

平成 10 年 2 月 23 日

電子情報工学専攻	学籍番号	959303	指導教官氏名	藤井 壽 崇 英 貴 太田昭男
申請者氏名	佐藤 正 典			

論 文 要 旨 (博 士)

論文題目	液体中超音波の非線形現象と工学的応用
<p>本論文は、液体中の超音波非線形現象の工学的応用を目的として、超音波をフォノンの概念を用いて取り扱い、その応用例を述べたものである。</p> <p>序章では、本論文の主題である液体中の超音波にフォノンの概念を適用する。量子力学を用いて、超音波のエネルギーを $h\nu$、フォノンの運動量を h/λ と表す。ここで h はプランクの定数、ν は周波数、λ は波長である。さらに、超音波の非線形現象の解明に、フォノンの概念を用いることの利点を簡潔に述べ、量子力学を用いた解析が超音波非線形現象の工学的応用に有効であることを示す。</p> <p>第2章では、流体力学を用いて、液体中の超音波の線形的な取り扱いを行う。また摂動理論を用いて、音の放射圧と音響流の理論解析を行う。さらに、解析力学の Hamiltonian 密度を用いた音の放射圧と音響流の理論解析を行う。</p> <p>第3章では量子力学から求まる超音波の運動量を用いて、音の放射圧の解析を行い、結果が流体力学による解析と一致することを示す。超音波をフォノンととらえる量子力学を用いた解析結果が、流体力学と一致することは、フォノンを用いた取り扱いが妥当であることを示す。さらに、非完全弾性衝突の可能性についても議論する。</p> <p>第4章は、フォノンの概念を用いて、音響流の解析を行う。さらにここでは、超音波の吸収に伴う運動量の移動以外に、超音波から媒質への非散逸的なエネルギー移動の可能性を示す。</p> <p>第5章では、超音波に量子力学的エネルギーおよび運動量の保存則を適用することを提案する。さらに超音波のパラメトリック崩壊 (down conversion) の概念を用いて、サブハーモニック発生を説明する。実験結果は、各種のパラメトリック崩壊パターンで予想される周波数スペクトラムを示した。</p> <p>第6章では、パラメトリック崩壊から引き続いて発生し成長する、パラメトリック崩壊不安定を述べる。このメカニズムで超音波エネルギーの局在化によるキャビテーションの発生と成長を説明する。超音波におけるパラメトリック崩壊不安定性は、工学的応用が最も期待できる非線形の現象である。実験によって、キャビテーションに特有なキャビティ (空洞) の振動に伴うと考えられる $1/2$ サブハーモニックを観測し、これがカオス理論の分岐振動の高次モードで、気泡表面波であることを示す。</p> <p>第7章では、縦波のパラメトリック崩壊不安定によるキャピラリー波の発生と成長さらに、超音波霧化および超音波分溜に至るメカニズムについて示す。</p> <p>第8章では、超音波分溜は従来の蒸留に較べて分離能の高い方式であることを示し、これがエタノール分溜方法として工学的に応用可能であることを示す。さらにこの中で、超音波エネルギーは熱と異なるメカニズムでエタノール分子に作用し、気化熱に相当するエネルギーを与える可能性を示した。</p> <p>第9章では、非線形現象の工学的応用例としての音響流を示す。そのために、超高压水中で P Z T 超音波振動子のアドミタンス特性を測定し、音響流による超高压下で液体の攪拌が可能であることを述べる。</p> <p>第10章は、超音波非線形現象の計測的応用を述べる。この中でパラメトリック差音、位相共役波、パラメトリック後方散乱がパラメトリック崩壊を用いて理解が可能であることを示す。</p> <p>第11章では、超音波霧化の工学的応用例としてミスト熱分解法による鉛ヘキサフェライト微粒子の直接合成について述べる。</p> <p>第12章は、本論文の結論である。</p>	